

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ,
ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИИ.
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

УДК 004.9: 629 DOI 10.30894/issn2409-0239.2022.10.1.42.52 EDN ADMONH

**Информационно-технологическая система
баллистико-навигационного обеспечения
полетов космических аппаратов**

В. К. Ларин, *к. т. н., с. н. с., contact@spacecorp.ru*

АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы возможности представления баллистико-навигационного обеспечения в формате информационно-технологической системы. Причиной такой постановки является необходимость расширения свойств баллистико-навигационного обеспечения для случаев нештатных ситуаций орбитального характера, когда возникает необходимость перехода к решению слабоструктурированных задач. Используемые в настоящее время комплексы баллистико-навигационного обеспечения обладают возможностью решения только формализованных задач, и в случаях отклонений исходных данных для расчета от нормы происходит сбой решения. Выходом из положения является использование информационно-технологической системы баллистико-навигационного обеспечения, где предусмотрены две ветки расчетов в зависимости от значения степени структуризации. В статье приводится структура, описание свойств и технология применения информационно-технологической системы баллистико-навигационного обеспечения во внештатных ситуациях.

Ключевые слова: информационные технологии, информационные системы, информационные процессы, база знаний

**Information Technology System
for Ballistic and Navigation Support of Spacecraft Flights**

V. K. Larin, *Cand. Sci. (Engineering), senior researcher, contact@spacecorp.ru*

Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation

Abstract. The paper deals with the possibility of presenting ballistic and navigation support in the format of an information technology system. The reason for this is the need to extend the properties of ballistic and navigation support for cases of orbital contingencies, when the transition to low-structured tasks is necessary. The presently used ballistic and navigation support complexes have the capability of solving only formalized tasks, and in cases of deviations of initial calculation data from the norm the solution fails. The way out is the use of information and technology system for ballistic and navigation support, which provides two branches of calculations depending on the value of the structuring degree. The article presents the structure, description of properties, and technology of employing information technology system for ballistic and navigation support in emergencies.

Keywords: information technology, information systems, information processes, knowledge base

Введение

В информационном мире существует достаточно большое количество информационных систем (ИС), в основе которых лежит обработка информации. В качестве примера к ним можно отнести информационно-вычислительные системы, информационно-логические системы, экспертные системы, экспертно-диагностические системы, базы знаний, базы данных, информационно-технологические системы и др.

Существуют два основных критерия, по которым можно определить, относится данный продукт к информационной системе или нет. Первый критерий — данный продукт должен быть **системой**. Второй критерий — исходные данные и результаты обработки должны быть **информацией**. Дополнительным условием отбора ИС на современном этапе является представление данной системы в виде компьютерной программы.

К информационным системам относятся и большинство информационных технологий (ИТ) поскольку в обоих случаях информационные продукты обладают одинаковыми функциями, а именно осуществляют сбор, хранение и обработку информации.

В настоящее время к области реализованных ИТ относятся: дистанционная система образования, медицинская информационная система (МИС) qMS , системы выработки управленческих решений, автоматизированные информационные технологии и т. д.

На основании вышесказанного можно заключить, что информационно-технологическую систему (ИТС) можно рассматривать как объединение ИТ и ИС, содержащее как общие функции, так и некоторые специфические функции ИТ или ИС в зависимости от функциональных свойств образуемой системы.

Статья посвящена рассмотрению возможности представления баллистико-навигационного обеспечения (БНО) в формате информационно-технологической системы, а также описанию свойств, приобретаемых БНО в этом случае.

Определение ИТС

ИТС — это «специализированная часть системы более высокого уровня, которая реализует процессы сбора, обработки, хранения, передачи данных

пользователям, созданная с целью обеспечения эффективности реализации информационных функций рассматриваемого объекта.

ИТС состоит из взаимодействующих функций следующих подсистем:

- технологической — языковые средства ИТ, методологическое обеспечение ИТ, технологическая среда: сценарии и диаграммы, регламенты;

- методической — методы и режимы обработки данных, модели предметной области;

- материально-технологической — комплексы вычислительных средств (терминальные комплексы, ПК, сети, специальные вычислительные системы), программные комплексы специального и общего назначения, аппаратно-программные комплексы и другие;

- эргономической — люди (операторы, программисты, пользователи), психофизиологические требования к пользователям, эргономические характеристики отдельных технологических операций;

- организационной — формы и методы организации технологических процессов, функции рабочих мест, структура сети рабочих мест, регламентация прав доступа к базам данных и знаний, характеристики временных циклов;

- информационной — базы данных и знаний, начальная входная информация, управляющие данные, модели потоков информации в данной предметной области, данные как промежуточные результаты и т. д.;

- экономической — экономические цели обработки данных, ограничения, ресурсы для внедрения» [1].

Основные составляющие ИТС

Основными составляющими ИТС являются информационные технологии и информационные системы.

Информационная технология (ИТ) — «совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления.

Информационная система (ИС) — взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала,

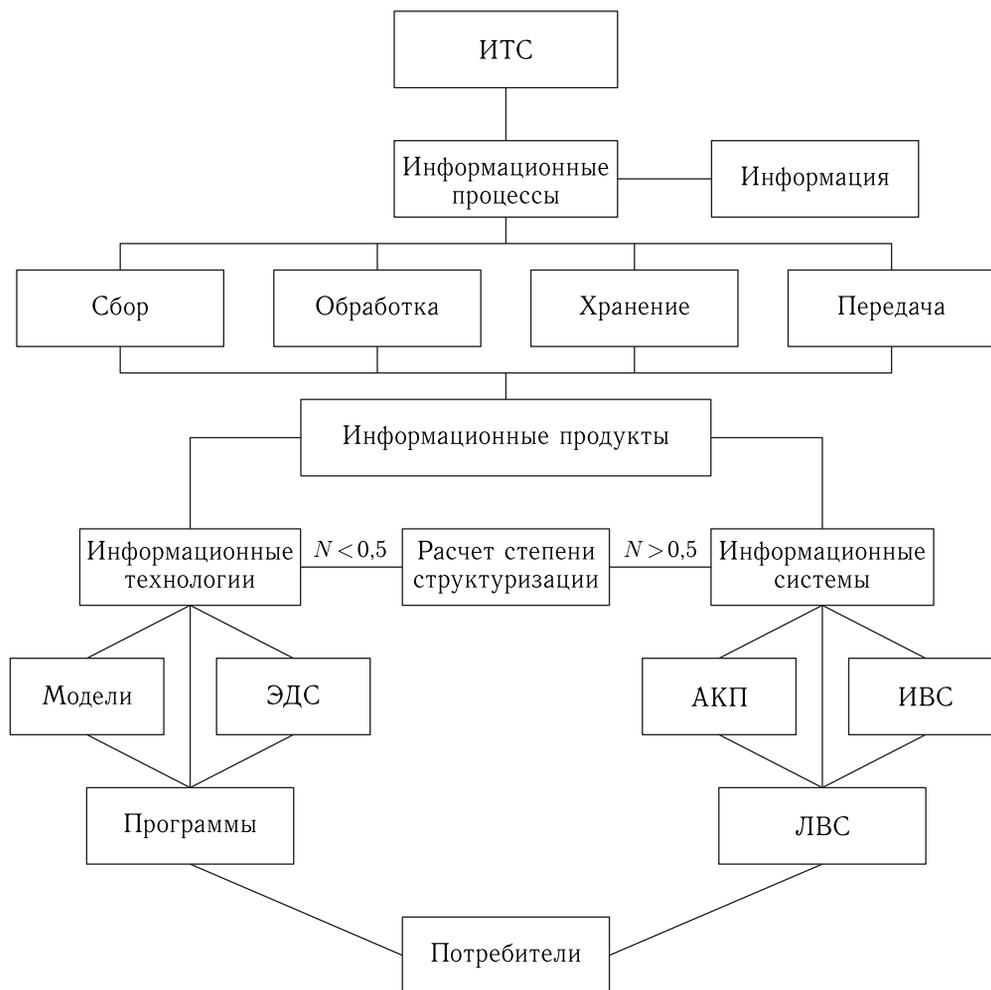


Рис. 1. Структурная схема ИТС

используемых для хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели» [2].

Учитывая общность функций рассматриваемых систем, условно можно принять:

$$\text{ИТС} = \text{ИТ} + \text{ИС}.$$

Структура ИТС

Имея в виду простейшую формулу образования информационно-технологической системы $\text{ИТС} = \text{ИТ} + \text{ИС}$, а также основные элементы и функции, составляющие ИТС, структурную схему ИТС можно представить в следующем виде (рис. 1).

Обозначения на рис. 1:

модели — модели исследуемой системы; ЭДС — экспертно-диагностическая система; программы — программный компонент системы; АКП — автоматизированный комплекс программ; ИВС — информационная вычислительная система; ЛВС — локальная вычислительная сеть, N — степень структуризации.

Предметная область ИТС

Предметная область ИТС состоит из взаимодействующих функций следующих подсистем:

- технологической — языковые средства ИТ;
- методологическое обеспечение ИТ;
- технологическая среда: сценарии, диаграммы;

- методы и режимы обработки данных, модели предметной области;
- комплексы вычислительных средств, сети, специализированные ВС;
- программные комплексы специального и общего назначения, АПК;
- информационная — БД и БЗ;
- входная информация, потоки данных.

Основные виды информационных процессов ИТС

«Сбор информации. Нахождение и сбор первичной информации, извлечение ее из “среды”, иногда, возможно, без конкретной цели. Полученная в итоге сбора информация может быть использована различными обработчиками с различной целью.

Поиск информации. Нахождение конкретной информации по определенному вопросу с конкретной целью из конкретных источников.

Объектом поиска могут быть измерения радиосигналов передающих антенн приемной аппаратурой, установленной на Земле или на борту КА.

Обработка информации. Совокупность действий, направленных на преобразование исходной информации в новую.

Задачей обработки информации является получение чего-то нового от уже существующей информации, фактически создание нового информационного объекта.

Представление информации. Изменение исходной информации к виду удобному для ее использования в работе.

Наиболее часто встречается в информатике — в памяти компьютера вся информация хранится в виде двоичного кода, но пользователю представляется в виде понятных и легко читаемых образов.

Хранение информации. Хранение информации разделяется на два основных вида — длительное и кратковременное.

Под хранение информации могут подходить только те действия, которые в итоге должны приводить к возможности повторного использования сохраненной информации.

Передача информации. Доставка информации от источника потребителю без фактического

участия передающего в каких-либо других частях информационного процесса.

В качестве передатчика могут выступать любые физические носители или ретрансляторы (книга, радиопередатчик, флеш-карта), а также компьютерные сети.

Защита информации. Любые действия, использующие какие-то средства для защиты информации от использования другой стороной.

Защита информации актуальна лишь в сложных информационных системах со многими участниками, для того чтобы не дать нежелательному элементу воспользоваться некой информацией. Фактически единственный способ защиты информации — это шифрование того или иного рода.

Использование информации. Самый объемный информационный процесс. Являет собой обособленное принятие решений в разных видах человеческой деятельности в самом широком смысле» [2, 3].

Существующие информационные продукты на базе ИТС

ARIST — это информационный инструмент для получения сведений о существующих на рынке инновационных технологиях. (Научно-технологическая информационная служба). Он используется для установления контактов инновационных организаций, обладающих соответствующей технологией, с потенциальными клиентами. ARIST предоставляет целый ряд информационных услуг, которые можно разбить на три группы:

- научная и технологическая информация для анализа того, какой стадии достигла определенная инновационная технология;

- технико-юридическая информация — анализируются такие темы, как промышленная собственность (патенты, торговые марки, полезные модели, национальные и зарубежные технические стандарты), а также законодательства, нормативно-правовые акты разных стран;

- технико-экономическая информация, включает рыночные исследования поставок и дистрибуции.

CORDIS — это система баз данных (в настоящее время 8 баз данных), в которой аккумулиру-

ется информация об исследовательской деятельности в странах ЕС. Разработка этой информационной системы была начата в ноябре 1990 г. Достоинством CORDIS является то, что инновационные организации не только могут рекламировать результаты своих собственных НИОКР, им может быть оказана самая различная информационная помощь.

EPIPOS (European Patent Information and Documentation Systems) европейская система патентной информации и документации представляет собой информационно-технологическую систему, которую разрабатывает и поддерживает Европейское патентное бюро (European Patent Office). Эта система содержит информацию о патентах, полученную из более 50 стран. EPIPOS содержит информацию из таких баз данных, как PATOLIS, — уникальный источник данных о японских патентах [4].

ИТС–БНО (аналог БНО) — система подготовки баллистико-навигационных данных для управления полетом КА.

Предварительно будем рассматривать «ИТС–БНО» в качестве информационного продукта ИТС.

До настоящего времени БНО как систему причисляли к информационным системам, определяя последние как системы более высокого уровня. Нижеследующий анализ БНО показывает возможность отношения БНО к ИТС как к системе более высокого уровня. Это позволяет, во-первых, определить более точное положение БНО как системы в линейке информационных продуктов ИС, и, во-вторых, расширить поиск решения местоположения КА в режиме штатной ситуации.

Структурная схема БНО представлена на рис. 2.

Ниже приведена краткая характеристика основных элементов БНО (состав БНО характерен практически для большинства предметных областей расчетных задач).

Постановка (постановка задачи) — формулировка цели решения и необходимых исходных данных.

Методы (методы решения) — математические или эвристические методы решения задачи в зависимости от степени структуризации.

Алгоритмы — иерархическая последовательность решения задачи от входных данных до результата.



Рис. 2. Структура БНО

Программа — последовательность решения задачи (алгоритма), написанная на алгоритмическом языке.

БД (база данных) — способ хранения данных в определенном формате.

СУБД (система управления базой данных) — система команд управления данными в базе данных.

Архивы (файловые архивы данных) — форма хранения данных в памяти ЭВМ, использующая сетевую ОС.

ЛВС (локальная вычислительная сеть) — объединение рабочих станций на ограниченной территории в одну систему с использованием информационных каналов под управлением выделенной ЭВМ (сервера).

Сервер — ЭВМ с функциями управления рабочими станциями ЛВС, использующая сетевую ОС.

Рабочая станция (ЭВМ) — номинальный элемент ЛВС, решающий определенный блок задач в рамках программы полета КА (или другого технологического процесса) [5].

Информация БНО

Информацию БНО целесообразно рассматривать, разделяя на входную и выходную информации.

К входной информации относятся:

- измерительная траекторная информация;
- геофизические параметры Земли и ее атмосферы;

- технические характеристики КА;
- номинальные параметры рабочей орбиты КА;
- координаты приемных станций.

К выходной информации относятся:

- параметры уточненной орбиты КА;
- стандартная баллистическая информация (трасса полета, теневые участки полет, зоны видимости КА и т. д.);

- параметры управления ДУ (в случае коррекции или спуска с орбиты);

- формы обмена баллистической информацией с группами управления КА.

Функциональные процессы БНО

Сбор информации

Под сбором информации в данном случае понимается сбор траекторной информации. Вид информации зависит от приемопередающей аппаратуры, используемой в данном процессе. К наиболее распространенным типам измерений относятся: псевдодальность — время прохождения сигнала от передающей антенны КА до приемника; псевдофазовая дальность — функция изменения фазы несущей за время прохождения сигнала от КА до приемника; высота КА — в случае использования высотомера на борту КА; двойная дальность от КА до приемника в случае использования лазерно-дальномерной системы. Первичная стадия сбора информации заключается в получении измерений приемной антенной (последняя может находиться как на Земле, так и на борту КА, с последующей передачей в Центр управления КА). Продолжительность разовых измерений (а также и объем информации) зависят от времени нахождения КА в зоне приема сигнала (зона видимости), которые заранее планируются в «группе управления КА». Процедура проведения измерений и сбора траекторной информации называется радиоконтролем орбиты (РКО). Для получения орбиты с требуемой точностью необходимо накопление информации соответствующей нескольким сеансам РКО.

Поиск информации

Под поиском информации будем понимать нахождение конкретной информации по определенному вопросу с конкретной целью из конкретных источников.

В данном случае основным объектом поиска информации системой БНО являются измерения радиосигналов передающих антенн КА приемной аппаратурой, установленной на Земле или на борту КА. В качестве таких измерений (далее «траекторные измерения») могут быть кодовые и фазовые псевдодальности, высота КА над поверхностью Земли, двойные дальности, измеряемые ЛДС и др. Указанная информация получается в результате проведения сеансов РКО, которые заранее планируются группой управления КА и передаются на измерительные пункты НКУ. Измерения по информационным каналам передаются на сервер БНО ЦУП КА, где происходит их дальнейшая обработка. Вся остальная информация, используемая в процессе баллистических расчетов, располагается на серверах ЦУП КА, как правило, она находится в специальных архивах или базах данных.

Обработка информации

В общем виде под обработкой информации будем понимать совокупность действий, направленных на преобразование исходной информации в новую.

Для БНО исходной информацией являются: сеансы траекторных измерений и необходимые для расчетов данные по системам КА, данные о Земле и окружающей атмосфере.

К результатам обработки исходной информации относятся: уточненные параметры орбиты КА; стандартная баллистическая информация, включающая зоны видимости КА для точек наблюдения; трасса полета КА в виде набора точек с геодезическими координатами с определенным временным шагом; целеуказания; программы управления ДУ в случае проведения коррекции или спуска с орбиты, а также формы обмена баллистической информации для групп управления КА ЦУПа.

Представление информации

Представление информации заключается в изменении исходной информации к виду, удобному для ее использования в работе.

Возможные формы представления информации следующие: таблицы; графики; диаграммы; схемы (например, электрические); блок-схемы программ; рисунки; шрифты — их вид и размер; специальные формы баллистической информации, используемые в оперативном управлении КА. Выбор вида формы представления выходной информации зависит от требований пользователя максимальной информативности полученных данных. Еще одним критерием выбора вида формы является точность данных, с которой требуется дальнейшее их использование.

Для преобразования выходных данных в соответствующие формы существует большой набор программ. В частности, современные операционные системы (например, Windows) включают в качестве сервиса большое число графических подпрограмм. К ним следует отнести специализированные программы Microsoft Office.

Хранение информации

Хранение информации является информационным процессом, в ходе которого информация остается неизменной и доступной с точки зрения возможности повторного использования.

Опуская описание прежних форм и способов хранения информации, приведем современные технологии работы с информацией. Разделим способы хранения информации в вычислительной системе на внутренние и внешние (имея в виду какое-то устройство внутри и вне ее). В настоящее время основным внутренним носителем информации является память компьютера (ПК). В компьютере предусмотрены два основных устройства памяти: оперативная память (специальная плата) и жесткий диск, различающиеся по объему памяти и скорости обращения. В ПК имеются два устройства (дисковод и USB), позволяющие запись и считывание информации с внешних устройств памяти — это диски и флеш-накопители.

Для удобства вычислений в памяти ПК организуют «архивы» — специальные файлы большого объема, обмен информацией с которыми производится с помощью стандартных команд, приведенных в компьютерной программе.

Одной из самых популярных систем памяти является База данных (БД) с управляющей программой (СУБД). Наиболее распространенной среди БД является реляционная БД, в которой данные хранятся в виде двумерных таблиц. Преимущество БД перед другими системами памяти заключается в том, что СУБД позволяет не только выдавать информацию по запросу, но и выполнять определенные процедуры обработки данных.

Передача информации

Передача информации — физический процесс (в общем смысле), посредством которого осуществляется перемещение сведений, способных представлять информацию, в пространстве, или физический доступ субъектов к носителям информации.

Передача информации (с точки зрения БНО) — технический процесс, результатом которого является перемещение *информации* от источника к приемнику.

В практике БНО передача информации проходит два этапа: первый, КА–пункт приема, осуществляется по радиотелеметрическому каналу, второй — от приемной антенны до групп управления КА по информационным каналам компьютерной сети.

Процесс передачи информации должен удовлетворять двум критериям: полное совпадение отправленной и полученной информации и получение информации в заданное время, иначе информация теряет смысл.

К основным современным видам передачи информации можно отнести: оптическую, проводную, радио-, радиорелейную, волоконно-оптическую, спутниковую.

Защита информации

В самом общем смысле под защитой информации понимается комплекс действий, использующий какие-то средства для защиты информации от использования другой стороной.

Под защитой информации в данном контексте следует понимать мероприятия, обеспечивающие получение безошибочных результатов расчетов баллистических данных, необходимых для управления КА.

Ошибки, приводящие к неправильным результатам, могут иметь место в следующих случаях:

- а) ошибки в исходных данных;
- б) ошибки в программе, допущенные при разработке;
- в) заражение программ вирусом;
- г) завышенная продолжительность решения варианта программы.

Способ исключения ошибок по варианту а) — двойной контроль исходных данных перед началом расчетов.

Способ исключения ошибок по варианту б) — тестовые расчеты и сравнение результатов с эталонными данными.

Способ исключения ошибок по варианту в) — проверка рабочей программы на антивирус перед началом расчетов.

Способ исключения ошибок по варианту г) — анализ программы на предмет поиска сбойных блоков, приводящих к задержке решения (или его остановке).

Использование информации

В общем смысле **«Использование информации»** наиболее объемный информационный процесс. Являет собой обоснованное принятие решений в разных видах человеческой деятельности в самом широком смысле.

В данном случае целью информационного процесса, организуемого БНО, является своевременный расчет баллистической информации, необходимой для управления полетом КА.

Особенности БНО при рассмотрении системы в формате ИТС

Управление полетом КА может происходить в двух режимах: штатном, когда полет КА происходит в соответствии с «Программой полета» (документ ГК); и внештатном режимах, когда полет КА происходит с отклонениями от «Программы полета». Наиболее серьезным считается нештатная ситуация, связанная с нарушениями работы аппаратуры жизнеобеспечения КА, а также при сбоях в цикле РКО.

Нарушения работы аппаратуры жизнеобеспечения КА не являются предметом рассмотрения в данной статье.

Рассмотрим вариант нештатной ситуации, когда объем и качество измерительной информации не обеспечивают точное решение краевой задачи (в пределе сбой решения, что может привести к потере КА), в таком случае данная задача относится к разряду слабоструктурированных задач, а ее решение переносится в область системного анализа [5].

Наиболее эффективным способом решения слабоструктурированных задач в рамках системного анализа является использование эвристических методов (ЭМ). В связи с этим структура ИТС–БНО должна включать две вычислительные линейки в зависимости от степени структуризации исходных данных: аналитическую — ИВС для формализованных данных и системную — ЭМ для слабоструктурированных данных.

Краткий перечень основных типов формальных и эвристических методов приведен в таблице.

Таблица. Формальные и эвристические методы решения измерительных задач

Аналитические методы Статистические методы Теоретико-множественные методы Лингвистические методы Семиотические методы Графические методы	Формальные методы — методы формализованного представления систем (количественное решение)
Морфологический подход Методы структуризации: «дерева целей», «прогнозного графа» и др. Методы «Дельфи» Методы экспертных оценок (ЭС, ЭДС) Методы «сценариев» Методы мозгового штурма (атаки)	Эвристические методы — методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов (качественное решение)

К наиболее часто используемым формальным методам решения задач БНО относятся аналитические и статистические методы.

К используемым эвристическим методам относятся методы экспертных оценок в форме ЭС и ЭДС [6, 7].

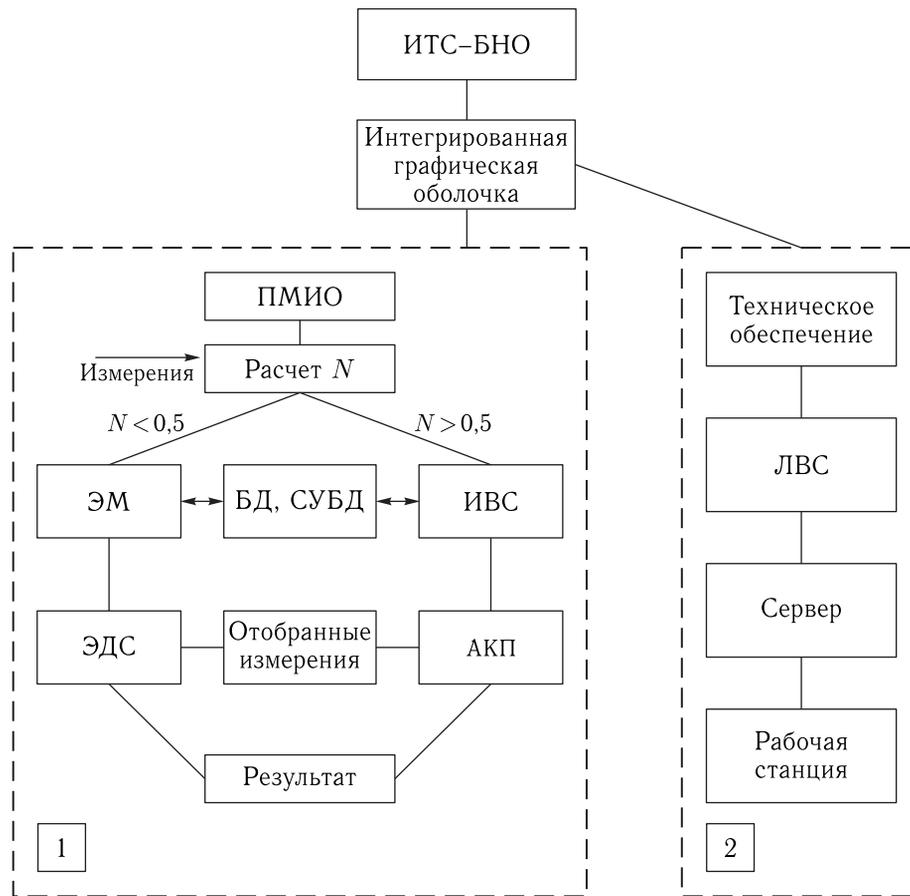


Рис. 3. Структурная схема ИТС-БНО

С учетом вышесказанного и схем ИТС (рис. 1) и БНО (рис. 2) структурная схема ИТС-БНО будет иметь следующий вид (рис. 3).

На рис. 3 введены обозначения:

ПМИО — программно-методическое и информационное обеспечение;

N — степень структуризации системы;

ЛВС — локальная вычислительная сеть;

ИВС — информационно-вычислительная система;

ЭМ — эвристические методы;

ЭДС — экспертная диагностическая система;

АКП — автоматизированный комплекс программ;

БД — база данных;

СУБД — система управления БД.

Принципиальное отличие структурной схемы БНО (рис. 2) от ИТС-БНО (рис. 3) заключается в появлении в 1-й части ИТС-БНО блока

«Расчет N » и левой ветки с элементами ЭМ, ЭДС и «Отбранные измерения», соответствующей $N < 0,5$. По этой ветке проходит решение задач БНО в случае их отношения к слабоструктурированным задачам.

Технологически процесс функционирования ИТС-БНО в части использования эвристических методов можно представить в виде следующей последовательности шагов.

1. Расчет N (расчет степени структуризации).

Для точного определения значения N должны быть выполнены следующие действия:

- получение и сохранения «сырых» траекторных измерений;
- первичный анализ траекторных измерений с выделением информационных параметров [8];
- расчет текущего значения N_i и его сравнение с заданным значением 0,5. В случае если $N_i < 0,5$, то дальнейшие расчеты ведутся по левой

ветке схемы (рис. 3), если $N_i > 0,5$, то по правой ветке.

2. ЭМ (выбор эвристического метода).

Блок ЭМ содержит набор эвристических методов обработки информации (см. таблицу) и предназначен (в данном случае) для выбора метода, позволяющего найти решение основной задачи БНО, соответствующее качеству траекторной информации. Так как в основе выбранного метода должны быть анализ и фильтрация измерений, то наиболее подходящим является ЭДС (экспертная диагностическая система) из группы «Методы экспертных оценок (ЭС, ЭДС)».

3. ЭДС (структура и технология работы экспертной диагностической системы).

В качестве конкретного варианта ЭДС целесообразно использовать «Прототип экспертно-диагностической системы анализа траекторной информации», позволяющий производить отбор аномальных измерений в цикле РКО на основе фильтрации измерительной информации.

Центральной частью этой системы является продукционная модель, схема которой приведена на рис. 4. (Продукционная модель — модель, основанная на правилах, позволяющая представить знания в виде предложений типа «если (условие), то (действие)») [8].



Рис. 4. Продукционная модель

Пояснения к рис. 4.

I_k информационный образ — совокупность значений информационных параметров — «неисправностей».

После проверки всех измерений сеанса в блоке I_k проверяется условие S — соответствие числа отфильтрованных измерений минимуму нормальных измерений в сеансе. В случае выполнении условия сеанс заносится в «архив сеансов после фильтрации» при соответствующем комментарии «да». В противном случае вырабатывается комментарий «нет» и сеанс исключается из дальнейшей обработки и функции передаются в блок сеансов (при том же комментарии «нет») для выбора следующего сеанса измерений и передаче его в I_k . Действия повторяются, пока не будут проверены все сеансы.

K — минимально допустимое число измерений в сеансе.

Число K должно быть согласовано с соответствующим параметром в «Краевой задаче» (КЗ), после чего возможно продолжение решения по правой ветке (рис. 3). При этом информационным архивом для КЗ становится «Архив сеансов после фильтрации» продукционной модели вместо БД.

Таким образом, использование БНО в формате «ИТС–БНО» позволяет рассмотреть все варианты баллистического обеспечения управления полетом КА как в штатной, так и во внештатной ситуациях, связанных с проведением цикла РКО.

Заключение

1. Дана краткая характеристика ИТС, включающая определение, состав исполняемых функций и основные составляющие части: информационные технологии (ИТ) и информационные системы (ИС).

2. Предложена упрощенная формула образования ИТС.

3. Приведена структурная схема ИТС с отображением связей между информационными процессами и информационными продуктами.

4. Рассмотрена предметная область ИТС–БНО с описанием основных видов информационных процессов. Приводится краткое описание реально разработанных ИС на базе ИТС.

5. Дается описание базовых информационных процессов БНО по аналогии с информационными процессами ИТС.

6. Рассмотрены особенности БНО при функционировании системы в формате ИТС–БНО в штатном и внештатном режимах полета КА.

7. Приведена структурная схема ИТС–БНО с описанием этапов технологического процесса баллистического обеспечения полета КА.

8. Приведен пример ЭДС анализа траекторной информации (элемент ИТС–БНО) на базе основной части системы — производственной модели.

3. Что такое информационный процесс. <https://deepcloud.ru/articles/chto-takoe-informatsionnyy-protsess-privedite-primery-v-informatike-kratko> (Дата обращения 19.01.2023).

4. Информационные технологии управления. Учеб. пособ. для вузов / Под ред. профессора Г. А. Титоренко. 2-е изд., доп. М: ЮНИТИ–ДАНА, 2003. 439 с.

5. *Ларин В.К.* Информационные системы для управления КА. Учеб. пособие. М.: МФТИ, 2020. 260 с.

6. *Романов В.Н.* Системный анализ для инженеров. СПб.: СЗГЗТУ, 2006. 186 с.

7. *Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем / Учеб. для вузов. СПб.: Питер, 2000. 384 с.

8. *Ларин В.К.* Построение прототипа экспертно-диагностической системы анализа траекторной измерительной информации КА // *Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы*, 2017, т. 4, вып. 1. С. 53–60.

Список литературы

1. Структура информационной технологии. Декомпозиция информационного процесса. https://studbooks.net/29749/informatika/struktura_informatsionnoy_tehnologii_dekompozitsiya_informatsionnogo_protssesa (Дата обращения 19.01.2023).

2. *Кузнецов С.М.* Информационные технологии: Учеб. пособ. для студентов высших учебных заведений. Новосибирск: НГТУ, 2011. 143 с. <http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005022000/rsl01005022157/rsl01005022157.pdf> (Дата обращения 19.01.2023).

Дата поступления рукописи
в редакцию 22.12.2022
Дата принятия рукописи
в печать 25.02.2023